

Rec'd PCT/PTO 01 OCT 2004

10/509873

PCT/JP03/04235

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

02.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月23日

REC'D 05 JUN 2003

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-214258

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-214258 ]

出 願 人

Applicant(s):

旭化成株式会社

**PRIORITY**

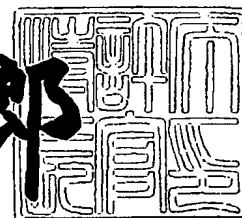
**DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3035954

【書類名】 特許願  
【整理番号】 B02039  
【提出日】 平成14年 7月23日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01C 21/00  
【発明者】

【住所又は居所】 静岡県富士市鮫島 2 番地の 1 旭化成株式会社内

【氏名】 金山 裕一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市岡田 3 0 5 0 番地 旭化成株式会社内

【氏名】 疋田 浩一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市岡田 3 0 5 0 番地 旭化成株式会社内

【氏名】 山下 昌哉

【特許出願人】

【識別番号】 000000033

【氏名又は名称】 旭化成株式会社

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9902179

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 傾斜角センサおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面にpiezo抵抗が形成された撓み板と、  
前記撓み板の一端で前記撓み板を支持する支持部材と、  
前記撓み板の変位可能領域に配置された金属錘部材とを備えることを特徴とする傾斜角センサ。

【請求項 2】 絶縁層上にシリコン層が形成された S O I 基板と  
前記シリコン層下の絶縁層に形成された隙間領域と、  
前記隙間領域上の前記シリコン層に形成されたpiezo抵抗と、  
前記隙間領域上の前記シリコン層上に配置された金属錘部材とを備えることを特徴とする傾斜角センサ。

【請求項 3】 前記撓み板または前記シリコン層は、前記piezo抵抗の形成領域にかけてくびれていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の傾斜角センサ。

【請求項 4】 ウェハ表面上の各チップ領域にpiezo抵抗を 2 箇所以上形成する工程と、

前記ウェハ表面上の各チップ領域にパッドを形成する工程と、  
前記piezo抵抗およびパッドが形成されたウェハの裏面全体を均一に研削する工程と、

凹部の形成された支持基板を、前記piezo抵抗の形成領域が前記凹部エッジ近傍に位置するとともに、前記パッドが前記凹部内側に位置するように、前記ウェハの裏面に貼り合わせる工程と、

前記支持基板に貼り合わされた前記ウェハの各パッド上に金属錘部材を形成する工程と、

前記piezo抵抗の形成領域がくびれるように、前記ウェハに開口部を形成する工程と、

前記開口部が形成されたウェハをチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサの製造方法。

【請求項 5】 シリコン酸化膜を介してシリコンウェハ上に形成されたシリコン層上の各チップ領域にpiezo抵抗を2箇所以上形成する工程と、  
前記シリコン層上の各チップ領域にパッドを形成する工程と、  
前記シリコン層上に形成された各パッド上に金属錘部材を形成する工程と、  
前記piezo抵抗の形成領域がくびれるように、前記シリコン層に開口部を形成する工程と、

前記シリコン層に形成された開口部を介して前記シリコン酸化膜の一部をエッチングすることにより、前記piezo抵抗の形成領域下および前記金属錘部材の形成領域下の前記シリコン酸化膜を除去する工程と、

前記シリコン酸化膜が除去されたウェハをチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサの製造方法。

【請求項 6】 前記金属錘部材の形成は、電解メッキであることを特徴とする請求項 4 または 5 記載の傾斜角センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は傾斜角センサおよびその製造方法に関し、特に、piezo抵抗を用いた傾斜角センサに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の傾斜角センサとしては、傾斜時の応力に起因するpiezo抵抗の抵抗変化に基づいて、傾斜角を測定する方法があった。

図 2 3 (a) は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図 2 3 (b) は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す断面図、図 2 3 (c) は、従来の傾斜角センサのpiezo抵抗の部分を拡大して示す断面図である。

【0003】

図 2 3 において、シリコン基板 2 0 1 上には、piezo抵抗 R が形成され、piezo抵抗 R の配置領域には、piezo抵抗 R が応力を受け易くするために、シリコン基板 2 0 1 を裏面からエッチングして形成された変位部 2 0 1 c が設けられてい

る。

また、シリコン基板 2 0 1 の周囲には、変位部 2 0 1 c を支持するための支持部 2 0 1 a が形成されるとともに、シリコン基板 2 0 1 の中央には、変位部 2 0 1 c を変形させるための錘部 2 0 1 b が形成されている。

【0 0 0 4】

ここで、支持部 2 0 1 a、錘部 2 0 1 b および変位部 2 0 1 c は、 $500\mu\text{m}$  程度の厚みのシリコン基板 2 0 1 を、裏面から選択的にエッチングすることにより形成され、支持部 2 0 1 a と錘部 2 0 1 b との間が変位部 2 0 1 c で架橋されるように構成される。

すると、錘部 2 0 1 b にかかる重力によって、図 2 3 (c) に示すように、変位部 2 0 1 c が変形し、ピエゾ抵抗 R に応力が加わる。そして、シリコン基板 2 0 1 が傾くと、錘部 2 0 1 b にかかる重力の方向が変化し、ピエゾ抵抗 R に加わる応力も変化するので、ピエゾ抵抗 R の抵抗値が変化する。

【0 0 0 5】

このため、ピエゾ抵抗 R の抵抗値の変化を検出することにより、傾斜角センサの傾きを求めることができる。

図 2 4 (a) は、従来の傾斜角センサの X、Y 方向への加速時における各ピエゾ抵抗の増減を示す図、図 2 4 (b) は、従来の傾斜角センサの Z 方向への加速時における各ピエゾ抵抗の増減を示す図である。

【0 0 0 6】

図 2 4 (a) において、傾斜角センサが X、Y 方向へ加速されると、X、Y 方向への力  $F_X$ 、 $F_Y$  が錘部 2 0 1 b にかかり、錘部 2 0 1 b が X、Y 方向に移動しようとする。このため、変位部 2 0 1 c が変形し、ピエゾ抵抗 R 1、R 3 には引張応力、ピエゾ抵抗 R 2、R 4 には圧縮応力が加わり、これらの応力に従って、ピエゾ抵抗 R 1～R 4 の抵抗値が増減する。

【0 0 0 7】

一方、図 2 4 (b) において、傾斜角センサが Z 方向へ加速されると、Z 方向への力  $F_Z$  が錘部 2 0 1 b にかかり、錘部 2 0 1 b が Z 方向に移動しようとする。このため、変位部 2 0 1 c が変形し、ピエゾ抵抗 R 2、R 3 には引張応力、ピ

エゾ抵抗  $R_1$ 、 $R_4$  には圧縮応力が加わり、これらの応力に従って、ピエゾ抵抗  $R_1 \sim R_4$  の抵抗値が増減する。

【0008】

従って、これらのピエゾ抵抗  $R_1 \sim R_4$  からなるホイートストンブリッジ回路を形成することにより、傾斜角センサの傾きを求めることができる。

また、従来の傾斜角センサとしては、四隅をシリコンのばねで吊るした可動部分を持ち、固定部分との間にコンデンサを形成して、可動部分の移動による容量変化を測定する方法もある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図23の傾斜角センサでは、変位部201cを形成するために、 $500\mu\text{m}$ 程度の厚みのシリコン基板を数十 $\mu\text{m}$ 程度にまで選択的にエッチングする必要があり、製造工程が複雑化して、コストアップになるという問題があった。

【0010】

また、図23の傾斜角センサでは、シリコン基板の裏面を選択的にエッチングして、支持部201a、錘部201bおよび変位部201cが形成されるため、傾斜角センサの構成が複雑化し、傾斜角センサが衝撃に弱くなるという問題もあった。

また、シリコンのばねを用いる方法では、ばねおよびコンデンサを $1 \sim 2\mu\text{m}$ 程度の微細加工で形成する必要があり、コストアップになるとともに、衝撃にも弱くなるという問題もあった。

【0011】

そこで、本発明の目的は、ピエゾ抵抗が形成された基板の裏面を選択的にエッチングすることなく、錘部材を形成することが可能な傾斜角センサおよびその製造方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、請求項1記載の傾斜角センサによれば、表面

にピエゾ抵抗が形成された撓み板と、前記撓み板の一端で前記撓み板を支持する支持部材と、前記撓み板の変位可能領域に配置された金属錘部材とを備えることを特徴とする。

【0013】

これにより、ピエゾ抵抗が形成された基板の裏面を選択的にエッチングすることなく、撓み可能な状態でピエゾ抵抗を支持することが可能となるとともに、撓み板上に錘部材を設けた場合においても、錘部材の比重が大きくなるので、錘部材の体積の増大を抑制しつつ、既存のフリップチップ実装技術と容易に整合性をとることが可能となる。

【0014】

このため、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサの小型・低コスト化を図ることが可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることが可能となる。

また、請求項2記載の傾斜角センサによれば、絶縁層上にシリコン層が形成されたSOI基板と、前記シリコン層下の絶縁層に形成された隙間領域と、前記隙間領域上の前記シリコン層に形成されたピエゾ抵抗と、前記隙間領域上の前記シリコン層上に配置された金属錘部材とを備えることを特徴とする。

【0015】

これにより、ピエゾ抵抗が形成された基板の裏面を選択的にエッチングすることなく、錘部材を設けることが可能となるとともに、ピエゾ抵抗に応力が加わるように、ピエゾ抵抗が形成されたシリコン層を支持する場合においても、シリコン層を薄板化した後に、シリコン層を支持部材に貼り合わせる必要がなくなる。

このため、支持部材に貼り合わせるための強度を確保するために、シリコン層の厚みを厚くする必要がなくなることから、シリコン層を効率よく撓ませて、ピエゾ抵抗に効率よく応力がかかるようにすることが可能となるとともに、傾斜角センサの構成を簡易化して、衝撃に対する耐性も容易に向上させることが可能となる。

【0016】

さらに、シリコン層上に配置される錘部材の比重を大きくすることが可能とな



ることから、錘部材の大きさを小さくして、傾斜角センサの小型化を図ることが可能となる。

また、請求項3記載の傾斜角センサによれば、前記撓み板または前記シリコン層は、前記piezo抵抗の形成領域にかけてくびれていることを特徴とする。

【0017】

これにより、撓み板の厚みを均一化した場合においても、撓み板を効率よく撓ませることが可能となり、傾斜角センサの小型・低コスト化を図りつつ、傾斜角センサの検出精度を容易に向上させることが可能となる。

また、請求項4記載の傾斜角センサの製造方法によれば、ウェハ表面上の各チップ領域にpiezo抵抗を2箇所以上形成する工程と、前記ウェハ表面上の各チップ領域にパッドを形成する工程と、前記piezo抵抗およびパッドが形成されたウェハの裏面全体を均一に研削する工程と、凹部の形成された支持基板を、前記piezo抵抗の形成領域が前記凹部エッジ近傍に位置するとともに、前記パッドが前記凹部内側に位置するように、前記ウェハの裏面に貼り合わせる工程と、前記支持基板に貼り合わされた前記ウェハの各パッド上に金属錘部材を形成する工程と、前記piezo抵抗の形成領域がくびれるように、前記ウェハに開口部を形成する工程と、前記開口部が形成されたウェハをチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする。

【0018】

これにより、piezo抵抗が形成されたウェハの裏面を選択的にエッチングすることなく、piezo抵抗を支持するための支持部を形成することが可能となるとともに、ウェハと支持基板の貼り合わせを1回行なうだけで、piezo抵抗を支持するための支持部を複数のチップに対して一括して形成することができる。

また、piezo抵抗が形成されたウェハの裏面を選択的にエッチングすることなく、比重の大きな錘部材をウェハ上に形成することが可能となるとともに、piezo抵抗の形成領域にくびれを設けることが可能となり、ウェハの厚みを均一化したまま、piezo抵抗の形成領域を効率よく撓ませることが可能となる。

【0019】

このため、錘部材の小型化を図りつつ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して

、傾斜角センサの小型・低コスト化を図ることが可能となるとともに、傾斜角センサの検出精度を容易に向上させることが可能となる。

また、請求項5記載の傾斜角センサの製造方法によれば、シリコン酸化膜を介してシリコンウェハ上に形成されたシリコン層上の各チップ領域にピエゾ抵抗を2箇所以上形成する工程と、前記シリコン層上の各チップ領域にパッドを形成する工程と、前記シリコン層上に形成された各パッド上に金属錘部材を形成する工程と、前記ピエゾ抵抗の形成領域がくびれるように、前記シリコン層に開口部を形成する工程と、前記シリコン層に形成された開口部を介して前記シリコン酸化膜の一部をエッチングすることにより、前記ピエゾ抵抗の形成領域下および前記金属錘部材の形成領域下の前記シリコン酸化膜を除去する工程と、前記シリコン酸化膜が除去されたウェハをチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする。

#### 【0020】

これにより、薄板化されたシリコン層を支持部材に貼り合わせることなく、薄板化されたシリコン層を支持することが可能となり、ピエゾ抵抗が形成されたシリコン層を効率よく撓ませることが可能となる。

また、ピエゾ抵抗が形成されたウェハの裏面を選択的にエッチングすることなく、比重の大きな錘部材をウェハ上に形成することが可能となり、錘部材の小型化を図りつつ、錘部材を容易に形成することが可能となる。

#### 【0021】

このため、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサの小型・低コスト化を図ることが可能となるとともに、傾斜角センサの検出精度を容易に向上させることが可能となる。

また、請求項6記載の傾斜角センサの製造方法によれば、前記金属錘部材の形成は、電解メッキであることを特徴とする。

#### 【0022】

これにより、錘部材をウェハから剥がれにくくすることができ、衝撃に対する耐性を向上させることが可能となる。

また、比重の大きな錘部材を複数のチップに対して一括して形成することが可

能となり、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、コストを下げることが可能となる。

#### 【0023】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態に係る傾斜角センサおよびその製造方法について図面を参照しながら説明する。

図1(a)は、本発明の第1実施形態に係る傾斜角センサの構成を示す平面図、図1(b)は、図1(a)のA1-A1線で切断した断面図である。

#### 【0024】

図1において、シリコン基板2の表面上には、piezo抵抗R1、R2およびA1パッドP1～P3が形成されるとともに、piezo抵抗R1、R2とA1パッドP1～P3を接続する配線H1が形成されている。

また、シリコン基板2の表面上には、A1パッド3を介して半田バンプ4が形成されるとともに、シリコン基板2は、撓み可能な厚みまで裏面が均一に研削され、さらに、piezo抵抗R1、R2の配置領域に対応して、くびれ2aが形成されている。

#### 【0025】

また、シリコン基板2の裏面には、凹部1aが形成された支持部材1が設けられ、シリコン基板2の一端が裏面から支持されるとともに、支持部材1は、piezo抵抗R1、R2の形成領域が凹部1aのエッジ近傍に位置し、半田バンプ4が凹部1a上に位置するように配置されている。

これにより、piezo抵抗R1、R2が形成されたシリコン基板2の裏面を選択的にエッチングすることなく、撓み可能な状態でシリコン基板2を支持することが可能となるとともに、既存のフリップチップ実装技術との整合性をとりつつ、錘部材の比重を容易に増大させて、錘部材の縮小化を図ることが可能となる。

#### 【0026】

このため、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサの小型・低コスト化を図ることが可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることが可能となる。

図 2 (a)、(b) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す断面図、図 2 (c) は、図 1 (a) の piezo 抵抗 R 1、R 2 の結線構成を示す回路図である。

【0027】

図 2 (a) において、図 1 の傾斜角センサを動作させる場合、半田バンプ 4 が下側に向くように、傾斜角センサを配置する。

そして、半田バンプ 4 を下に向けた状態では、半田バンプ 4 が重力 W で下向きに引っ張られるが、支持部材 1 を水平に保つと、重力 W は、半田バンプ 4 にかかる Z 軸方向成分の力  $F_z$  と一致する。

【0028】

このため、シリコン基板 2 の端部には、半田バンプ 4 を介して Z 軸方向成分の力  $F_z = W$  がかかる。

ここで、シリコン基板 2 は、撓み可能な厚みまで裏面が均一に研削されているので、Z 軸方向成分の力  $F_z = W$  がシリコン基板 2 の端部にかかる、シリコン基板 2 は Z 軸方向に撓んだ状態で安定する。

【0029】

次に、図 2 (b) において、支持部材 1 が Y 軸回りに傾くと、半田バンプ 4 にかかる Z 軸方向成分の力  $F_z$  が減少する一方で、X 軸方向成分の力  $F_x$  が生じ、結果として、支持部材 1 とシリコン基板 2 との間の間隔がより広がることになり、シリコン基板 2 の Z 軸方向の撓み量が大きくなる。

この結果、piezo 抵抗 R 1、R 2 にかかる応力が変動し、この応力の変動に従って、piezo 抵抗 R 1、R 2 の抵抗値が増減する。

【0030】

ここで、図 2 (c) に示すように、piezo 抵抗 R 1、R 2 は直列接続され、端子 P 2 は、piezo 抵抗 R 1、R 2 をそれぞれ介して端子 P 1、P 3 に接続されている。

そして、端子 P 1、P 3 間に電圧 E を印加し、端子 P 2、P 3 間の電圧 V 1 を検出することにより、Y 軸回りの傾斜角を求めることができる。

【0031】

図 3 (a) ~ 図 9 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 3 (b) ~ 図 9 (b) および図 10 は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

図 3 において、例えば、厚みが  $550\text{ }\mu\text{m}$  程度で 5 インチ径のシリコン基板 2 を用意する。

【0032】

そして、フォトリソグラフィ技術を用いて、ホウ素などの不純物をシリコン基板 2 に選択的にイオン注入することにより、シリコン基板 2 上の各チップ領域にピエゾ抵抗 R 1、R 2 を形成する。

そして、スパッタまたは蒸着などにより、A 1 膜をシリコン基板 2 全面に形成し、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて A 1 膜のパターニングを行なうことにより、シリコン基板 2 上の各チップ領域に A 1 パッド 3、P 1 ~ P 3 および配線 H 1 を形成する。

【0033】

ここで、シリコン基板 2 の各チップ領域の幅 W 1 は、例えば、 $1.4\text{ mm}$ 、長さ L 1 は、例えば、 $2.8\text{ mm}$  とすることができ、これにより、5 インチ径の 1 枚のシリコン基板 2 から、約 3000 個の傾斜角センサチップを得ることが可能となる。

次に、図 4 に示すように、粘着シートなどの保護フィルムをシリコン基板 2 上に貼り付け、シリコン基板 2 の厚みが T 1 になるまで、シリコン基板 2 の裏面全体を研削する。ここで、シリコン基板 2 の研削方法としては、例えば、CMP（化学的機械的研磨）やエッチングを用いることができる。また、シリコン基板 2 の厚み T 1 は、例えば、 $100\text{ }\mu\text{m}$  とすることができ、これにより、シリコン基板 2 の撓みを可能としつつ、シリコン基板 2 が割れないような強度を維持することができる。

【0034】

次に、図 5 に示すように、凹部 1 a が形成されたガラス基板 1 をシリコン基板 2 の裏面に貼り合わせる。ここで、ガラス基板 1 をシリコン基板 2 に貼り合わせる場合、凹部 1 a を、シリコン基板 2 側に向き合わせる。そして、ピエゾ抵抗 R

1、R2の形成領域が凹部1aのエッジ近傍に位置し、半田バンプ4が凹部1a上に位置するように、ガラス基板1を配置する。

【0035】

この際、ガラス基板1として、ナトリウムガラスのようなイオン移動度が高いガラスを用いることができ、シリコン基板2との間に1KV程度の高電圧を加え、ガラス基板1とシリコン基板2との陽極接合を行なうことにより、選択的に強い接合力を得ることができる。

このため、凹部1aは、空洞のままの状態でもよいが、陽極接合されない通常のガラスや樹脂などの埋め込み部材を充填し、ガラス基板1の表面を平坦化してもよい。

【0036】

次に、図6に示すように、ガラス基板1がシリコン基板2の裏面に貼り合わされると、シリコン基板2上に貼り付けられていた保護フィルムを剥がす。

そして、シリコン基板2上の各チップ領域に形成されたA1パッド3上に半田バンプ4を形成する。

ここで、半田バンプ4の大きさC1は、例えば、0.6～1.2mm程度とすることができ、半田バンプ4の高さH1は、例えば、0.1～0.4mm程度とすることができる。

【0037】

また、半田バンプ4の形成方法としては、例えば、電解メッキまたはスクロウ素印刷を用いることができ、これにより、シリコン基板2から取り出される全てのチップに対して、半田バンプ4を一括して形成することができ、製造工程を簡略化することができる。

また、半田バンプ4の比重は、ガラスやシリコンに比べて3倍以上度あるので、同じ錘効果を得る場合、半田バンプ4の体積を1/3以下にすることができ、半田バンプ4の小型化を図ることが可能となる。

【0038】

次に、図7に示すように、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術を用いて、半田バンプ4が形成されたシリコン基板2を選択的にエッチングするこ

とにより、シリコン基板2にくびれ2aを形成するとともに、凹部1a上のシリコン基板2が各チップごとに切り離されるようにする。

なお、シリコン基板2のエッチング方法としては、例えば、KOHを用いたウェットエッチングを用いることができる。

#### 【0039】

次に、図8に示すように、ガラス基板1に接合されたシリコン基板2をダイシングラインL1、L2に沿ってダイシングすることにより、半田バンプ4が表面に形成されるとともに、ガラス基板1で裏面が支持されたシリコン基板2をチップ状に切り出す。

次に、図9に示すように、半田バンプ4が表面に形成されるとともに、ガラス基板1で裏面が支持されたシリコン基板2を、パッケージ6内にダイボンドする。

#### 【0040】

そして、ワイヤボンディングを行なうことにより、パッケージ6に設けられた端子7とシリコン基板2上に形成されたA1パッドP1～P3とを金ワイヤ5で接続する。

次に、図10に示すように、パッケージ6に蓋8を接着することにより、傾斜角センサを封止する。

#### 【0041】

これにより、シリコン基板2とガラス基板1との貼り合わせを1回行なうだけで、piezo抵抗R1、R2が形成されたシリコン基板2の裏面を選択的にエッチングすることなく、撓み可能な状態でpiezo抵抗R1、R2を支持するための支持部を複数のチップに対して一括して形成することが可能となる。

また、piezo抵抗R1、R2が形成されたシリコン基板2の裏面を選択的にエッチングすることなく、比重の大きな半田バンプ4をシリコン基板2上に形成することが可能となるとともに、piezo抵抗R1、R2の形成領域にくびれ2aを設けることが可能となり、シリコン基板2の厚みを均一化したまま、piezo抵抗R1、R2の形成領域を効率よく撓ませることが可能となる。

#### 【0042】

このため、半田バンプ4の小型化を図りつつ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサの小型・低コスト化を図ることが可能となるとともに、傾斜角センサの検出精度を容易に向上させることが可能となる。

なお、上述した第1実施形態では、ピエゾ抵抗R1、R2、A1パッド3、P1～P3および配線H1をシリコン基板2上に形成してから、シリコン基板2の裏面を研削し、そのシリコン基板2を凹部1aが形成されたガラス基板1に接合する方法について説明したが、研削する前のシリコン基板2を凹部1aが形成されたガラス基板1に接合し、そのシリコン基板2の表面を研削してから、ピエゾ抵抗R1、R2、A1パッド3、P1～P3および配線H1をシリコン基板2上に形成するようにしてもよい。

#### 【0043】

これにより、シリコン基板2の厚みT1が100 $\mu$ mと薄い状態で、シリコン基板2をガラス基板1に接合する必要がなくなり、シリコン基板2の取り扱いを容易に行うことが可能となる。

また、上述した第1実施形態では、シリコン基板2が撓みやすくするために、くびれ2aを設けた例について説明したが、くびれ2aは必ずしも設けなくてもよい。

#### 【0044】

また、上述した第1実施形態では、半田バンプ4の周囲のシリコン基板2を各チップごとに切り離すために、シリコン基板2をエッチングする方法について説明したが、ダイシングにより、半田バンプ4の周囲のシリコン基板2を各チップごとに切り離すようにしてもよい。

また、上述した第1実施形態では、半田バンプ4を各チップごとに1個ずつ設ける方法について説明したが、半田バンプ4を各チップごとに複数設けるようにしてもよい。

#### 【0045】

図11～図13は、本発明の一実施形態に係る傾斜角センサの半田バンプの製造工程の一例を示す断面図である。

図11(a)において、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用



いることにより、シリコン基板 11 上に Al パッド 12 a、12 b を形成する。

次に、図 11 (b) に示すように、スパッタまたは蒸着により、Al パッド 12 a、12 b が形成されたシリコン基板 11 上に UBM (Under Bump Metal) 膜 13 を形成する。

【0046】

次に、図 11 (c) に示すように、UBM 膜 13 が形成されたシリコン基板 11 上にレジスト 14 を塗布し、フォトリソグラフィ技術を用いることにより、半田バンプを形成する領域に開口部 14 a を形成する。

次に、図 11 (d) に示すように、UBM 膜 13 をカソード電極として、電解銅メッキを行うことにより、開口部 14 a が形成された UBM 膜 13 上に電解銅メッキ層 15 を形成する。

【0047】

次に、図 12 (a) に示すように、UBM 膜 13 をカソード電極として、電解半田メッキを行うことにより、電解銅メッキ層 15 上に電解半田メッキ層 16 を形成する。

次に、図 12 (b) に示すように、酸素プラズマ処理を行うことにより、シリコン基板 11 上に形成されたレジスト 14 を除去する。

【0048】

次に、図 12 (c) に示すように、電解半田メッキ層 16 が形成されたシリコン基板 11 の熱処理を行うことにより、電解半田メッキ層 16 を丸める。

次に、図 13 に示すように、ドライエッチングまたはウェットエッチングにより、電解半田メッキ層 16 の周りの UBM 膜 13 を除去する。

これにより、シリコン基板 11 の裏面を選択的にエッチングすることなく、比重の大きな電解半田メッキ層 16 を複数のチップに対して一括して形成することが可能となり、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げる事が可能となるとともに、錘部材を小型化して、傾斜角センサを小型化することが可能となる。

【0049】

図 14 (a) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの構成を示す平面

図、図14(b)は、図14(a)のB1-B1線で切断した断面図である。

図14において、シリコン基板21上には、シリコン酸化膜20を介して単結晶シリコン層22が形成されている。

そして単結晶シリコン層22の表面上には、piezo抵抗R21、R22およびA1パッドP21~P23が形成されるとともに、piezo抵抗R21、R22とA1パッドP21~P23を接続する配線H21が形成されている。

#### 【0050】

また、単結晶シリコン層22の表面上には、A1パッド23を介して半田バンプ24が形成されるとともに、単結晶シリコン層22には、piezo抵抗R21、R22の配置領域に対応して、くびれ22aが形成されている。

また、半田バンプ24およびpiezo抵抗R21、R22の配置領域に対応して、単結晶シリコン層22下のシリコン酸化膜20が部分的に除去され、残存するシリコン酸化膜20を支点として、単結晶シリコン層22が撓み可能な状態に保持されている。

#### 【0051】

これにより、piezo抵抗R21、R22を保持するシリコン基板21の裏面を選択的にエッチングすることなく、撓み可能な状態でpiezo抵抗R21、R22を保持しつつ、錘部材を設けることが可能となる、

また、piezo抵抗R21、R22に応力が加わるように、piezo抵抗R21、R22が形成された単結晶シリコン層22を支持する場合においても、単結晶シリコン層22を薄く加工した後に、単結晶シリコン層22をシリコン基板21に貼り合わせる必要がなくなる。

#### 【0052】

このため、シリコン基板21に貼り合わせるための強度を確保するために、単結晶シリコン層22の厚みを厚くする必要がなくなることから、単結晶シリコン層22の厚みが均一化されている場合においても、単結晶シリコン層22を効率よく撓ませて、piezo抵抗R21、R22に効率よく応力をかけることが可能となるとともに、傾斜角センサの構成を簡易化して、衝撃に対する耐性も容易に向上させることが可能となる。

## 【 0 0 5 3 】

図 1 5 ( a ) ~ 図 2 1 ( a ) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 1 5 ( b ) ~ 図 2 1 ( b ) および図 2 2 は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

図 1 5 において、例えば、シリコン酸化膜 2 0 を介し単結晶シリコン層 2 2 がシリコン基板 2 1 上に形成された 5 インチ径の S O I 基板を用意する。ここで、単結晶シリコン層 2 2 の厚み T 2 は、例えば、 $50\mu\text{m}$  程度、シリコン酸化膜 2 0 の厚み T 3 は、例えば、 $2\mu\text{m}$  程度とすることができる。

## 【 0 0 5 4 】

なお、S O I 基板としては、例えば、S I M O X 基板またはレーザアニール基板などを用いることができる。

次に、図 1 6 に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて、ホウ素などの不純物を単結晶シリコン層 2 2 に選択的にイオン注入することにより、単結晶シリコン層 2 2 上の各チップ領域にピエゾ抵抗 R 2 1、R 2 2 を形成する。

## 【 0 0 5 5 】

そして、スパッタまたは蒸着などにより、A 1 膜を単結晶シリコン層 2 2 全面に形成し、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて A 1 膜のパターニングを行なうことにより、単結晶シリコン層 2 2 上の各チップ領域に A 1 パッド 2 3、P 2 1 ~ P 2 3 および配線 H 2 1 を形成する。

ここで、単結晶シリコン層 2 2 の各チップ領域の幅 W 2 は、例えば、 $1.0\text{mm}$ 、長さ L 2 は、例えば、 $2.2\text{mm}$  とすることができ、これにより、5 インチ径の 1 枚の S O I 基板から、約 5 0 0 0 個の傾斜角センサチップを得ることが可能となる。

## 【 0 0 5 6 】

次に、図 1 7 に示すように、単結晶シリコン層 2 2 上の各チップ領域に形成された A 1 パッド 2 3 上に半田バンプ 2 4 を形成する。

ここで、半田バンプ 2 4 の大きさ C 2 は、例えば、 $0.6\sim 1.2\text{mm}$  程度とすることができ、半田バンプ 2 4 の高さ H 2 は、例えば、 $0.1\sim 0.4\text{mm}$  程度とすることができる。

## 【0057】

また、半田バンプ24の形成方法としては、例えば、電解メッキまたはスクロウ素印刷を用いることができ、これにより、SOI基板から取り出される全てチップに対して、半田バンプ24を一括して形成することができ、製造工程を簡略化することができる。

また、半田バンプ24の比重は、ガラスやシリコンに比べて3倍以上度あるので、同じ錘効果を得る場合、半田バンプ24の体積を1/3以下にすることができ、半田バンプ24の小型化を図ることが可能となる。

## 【0058】

次に、図18に示すように、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて、半田バンプ24が形成された単結晶シリコン層22を選択的にエッチングすることにより、単結晶シリコン層22にくびれ22aを形成するとともに、半田バンプ24の周囲の単結晶シリコン層22が各チップごとに切り離されるようにする。

## 【0059】

なお、単結晶シリコン層22のエッチング方法としては、例えば、KOHを用いたウェットエッチングを用いることができる。

次に、図19に示すように、単結晶シリコン層22にくびれ22aが形成されたSOI基板を弗酸などの薬液に浸し、単結晶シリコン層22が選択的に除去された部分を介して、シリコン酸化膜20を薬液に接触させる。

## 【0060】

そして、薬液によりシリコン酸化膜20をエッチングしながら、単結晶シリコン層22の下方に薬液を回り込ませ、パットP21～P23が形成された単結晶シリコン層22の下方のシリコン酸化膜20を残しつつ、半田バンプ24が形成された単結晶シリコン層22の下方のシリコン酸化膜20を除去する。

これにより、半田バンプ24が形成された単結晶シリコン層22の下方に隙間20aを形成することができ、残存するシリコン酸化膜20を支点として単結晶シリコン層22が撓み可能な状態に、単結晶シリコン層22を保持することができる。

## 【0061】

次に、図20に示すように、単結晶シリコン層22の下方に隙間20aが形成されたSOI基板をダイシングラインL11、L12に沿ってダイシングすることにより、半田バンプ24が表面に形成されるとともに、シリコン酸化膜20で裏面が支持された単結晶シリコン層22をチップ状に切り出す。

次に、図21に示すように、半田バンプ24が表面に形成されるとともに、シリコン酸化膜20で裏面が支持された単結晶シリコン層22を、パッケージ26内にダイボンドする。

## 【0062】

そして、ワイヤボンディングを行なうことにより、パッケージ26に設けられた端子27と単結晶シリコン層22上に形成されたAlパッドP21～P23とを金ワイヤ25で接続する。

次に、図22に示すように、パッケージ26に蓋28を接着することにより、傾斜角センサを封止する。

## 【0063】

これにより、薄膜化された単結晶シリコン層22の貼り合わせを行うことなく、薄膜化された単結晶シリコン層22を支持することが可能となり、piezo抵抗R21、R22が形成された単結晶シリコン層22を効率よく携ませることが可能となる。

また、piezo抵抗R21、R22を支持するシリコン基板21の裏面を選択的にエッチングすることなく、比重の大きな半田バンプ24を単結晶シリコン層22上に形成することが可能となり、半田バンプ24の小型化を図りつつ、半田バンプ24を容易に形成することが可能となる。

## 【0064】

このため、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサの小型・低コスト化を図ることが可能となるとともに、傾斜角センサの検出精度を容易に向上させることが可能となる。

なお、上述した第2実施形態では、単結晶シリコン層22をシリコン酸化膜20で支持するために、SOI基板を用いる方法について説明したが、貼り合わせ

基板を用いるようにしてもよい。

【0065】

また、上述した第2実施形態では、単結晶シリコン層22が撓みやすくするために、くびれ22aを設けた例について説明したが、くびれ22aは必ずしも設けなくてもよい。

また、上述した第2実施形態では、半田バンプ24の周囲の単結晶シリコン層22を各チップごとに切り離すために、単結晶シリコン層22をエッチングする方法について説明したが、ダイシングにより、半田バンプ24の周囲の単結晶シリコン層22を各チップごとに切り離すようにしてもよい。

【0066】

また、上述した第2実施形態では、半田バンプ24を各チップごとに1個ずつ設ける方法について説明したが、半田バンプ24を各チップごとに複数設けるようにしてもよい。

また、上述した実施形態では、金属錘部材として半田バンプを例にとって説明したが、金バンプを用いるようにしてもよい。

【0067】

また、上述した実施形態では、シリコン基板上にピエゾ抵抗を形成する方法について説明したが、Ge基板やInSb基板を用いるようにしてもよい。

また、上述した実施形態では、1軸の傾斜角センサを例にとって説明したが、2軸の傾斜角センサに適用するようにしてもよい。

また、上述した傾斜角センサは、例えば、電子ペット、ロボット、ゲームコントローラなどのモーションセンサ、ゲーム機などの携帯端末の傾斜による画面操作装置、携帯端末用ナビゲーションシステム、傾斜・振動・感振などのモニタ装置などに利用することができる。

【0068】

また、上述した実施形態では、傾斜角センサについて説明したが、加速度センサに適用してもよい。

【0069】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、比重の大きな半田バンプを錘部材として用いることにより、錘部材の小型化を図りつつ、既存のフリップチップ実装技術と容易に整合性をとることが可能となり、傾斜角センサの小型・低コスト化を図ることが可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの構成を示す平面図、図 1 (b) は、図 1 (a) の A 1 - A 1 線で切断した断面図である。

【図 2】

図 2 (a)、(b) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す断面図、図 2 (c) は、図 1 (a) の piezo 抵抗 R 1、R 2 の結線構成を示す回路図である。

【図 3】

図 3 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 3 (b) は、図 3 (a) の A 2 - A 2 線で切断した断面図である。

【図 4】

図 4 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 4 (b) は、図 4 (a) の A 3 - A 3 線で切断した断面図である。

【図 5】

図 5 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 5 (b) は、図 5 (a) の A 4 - A 4 線で切断した断面図である。

【図 6】

図 6 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 6 (b) は、図 6 (a) の A 5 - A 5 線で切断した断面図である。

【図 7】

図 7 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 7 (b) は、図 7 (a) の A 6 - A 6 線で切断した断面図である。

【図 8】

図 8 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 8 (b) は、図 8 (a) の A 7 - A 7 線で切断した断面図である。

【図 9】

図 9 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 9 (b) は、図 9 (a) の A 8 - A 8 線で切断した断面図である。

【図 1 0】

本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 1 1】

本発明の一実施形態に係る傾斜角センサの半田バンプの製造工程の一例を示す断面図である。

【図 1 2】

本発明の一実施形態に係る傾斜角センサの半田バンプの製造工程の一例を示す断面図である。

【図 1 3】

本発明の一実施形態に係る傾斜角センサの半田バンプの製造工程の一例を示す断面図である。

【図 1 4】

図 1 4 (a) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの構成を示す平面図、図 1 4 (b) は、図 1 4 (a) の B 1 - B 1 線で切断した断面図である。

【図 1 5】

図 1 5 (a) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 1 5 (b) は、図 1 5 (a) の B 2 - B 2 線で切断した断面図である。

【図 1 6】

図 1 6 (a) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 1 6 (b) は、図 1 6 (a) の B 3 - B 3 線で切断した断面図である。

【図 1 7】

図 1 7 (a) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す



平面図、図 1 7 ( b ) は、図 1 7 ( a ) の B 4 - B 4 線で切断した断面図である。

【図 1 8】

図 1 8 ( a ) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 1 8 ( b ) は、図 1 8 ( a ) の B 5 - B 5 線で切断した断面図である。

【図 1 9】

図 1 9 ( a ) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 1 9 ( b ) は、図 1 9 ( a ) の B 6 - B 6 線で切断した断面図である。

【図 2 0】

図 2 0 ( a ) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 2 0 ( b ) は、図 2 0 ( a ) の B 7 - B 7 線で切断した断面図である。

【図 2 1】

図 2 1 ( a ) は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す平面図、図 2 1 ( b ) は、図 2 1 ( a ) の B 8 - B 8 線で切断した断面図である。

【図 2 2】

本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 2 3】

図 2 3 ( a ) は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図 2 3 ( b ) は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す断面図、図 2 3 ( c ) は、従来の傾斜角センサの圧電抵抗の部分を拡大して示す断面図である。

【図 2 4】

図 2 4 ( a ) は、従来の傾斜角センサの X、Y 方向への加速時における各圧電抵抗の増減を示す図、図 2 4 ( b ) は、従来の傾斜角センサの Z 方向への加速時における各圧電抵抗の増減を示す図である。

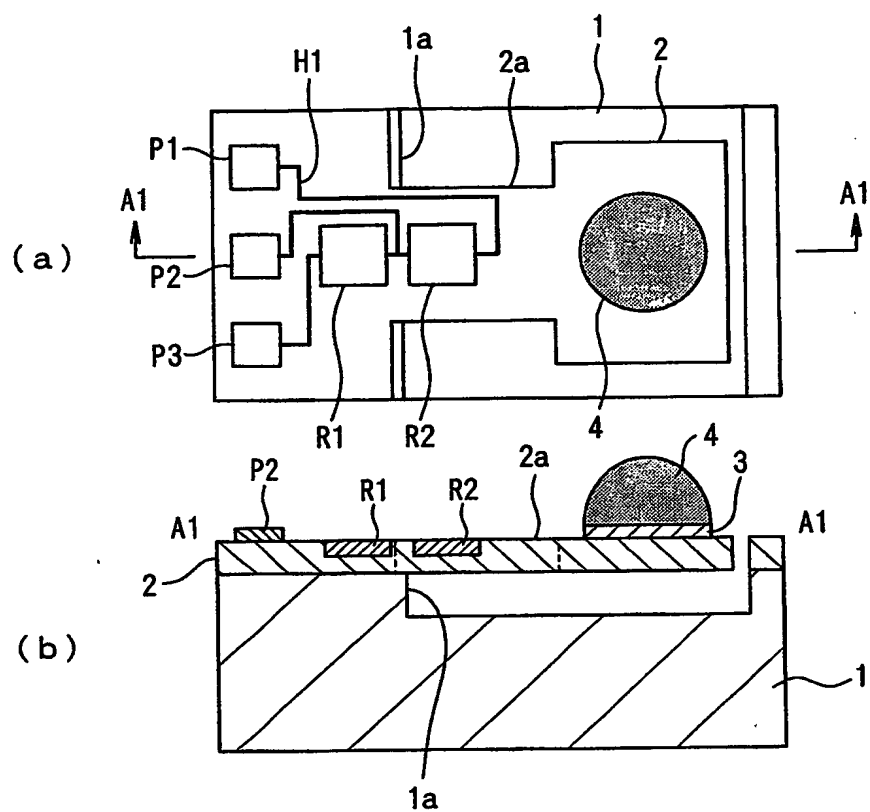
【符号の説明】

- 1 支持部材
  - 1 a 凹部
- 2、11 シリコン基板
  - 2 a、22 a くびれ
- 3、P1～P3、12 a、12 b、23、P21～P23 Alパッド
- 4、24 半田バンプ
- R1、R2、R21、R22 ピエゾ抵抗
- H1、H21 配線
- L1、L2、L11、L12 ダイシングライン
- 5、25 金ワイヤ
- 6、26 パッケージ
- 7、27 端子
- 8、28 蓋
- 13 UBM膜
- 14 レジスト
  - 14 a 開口部
- 15 電解銅メッキ層
- 16 電解半田メッキ層
- 20 シリコン酸化膜
  - 20 a 隙間
- 21 シリコン基板
- 22 シリコン層

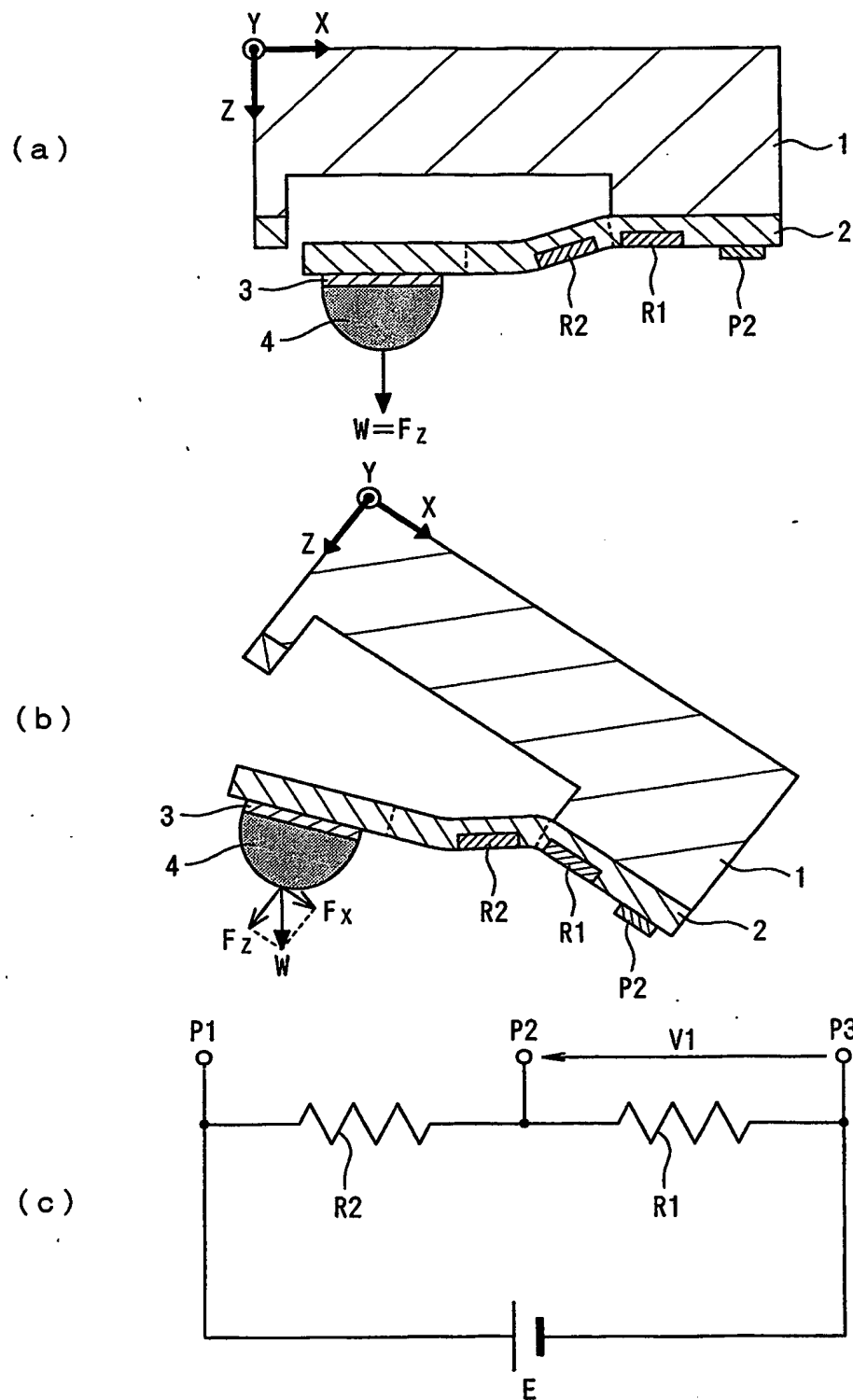
【書類名】

図面

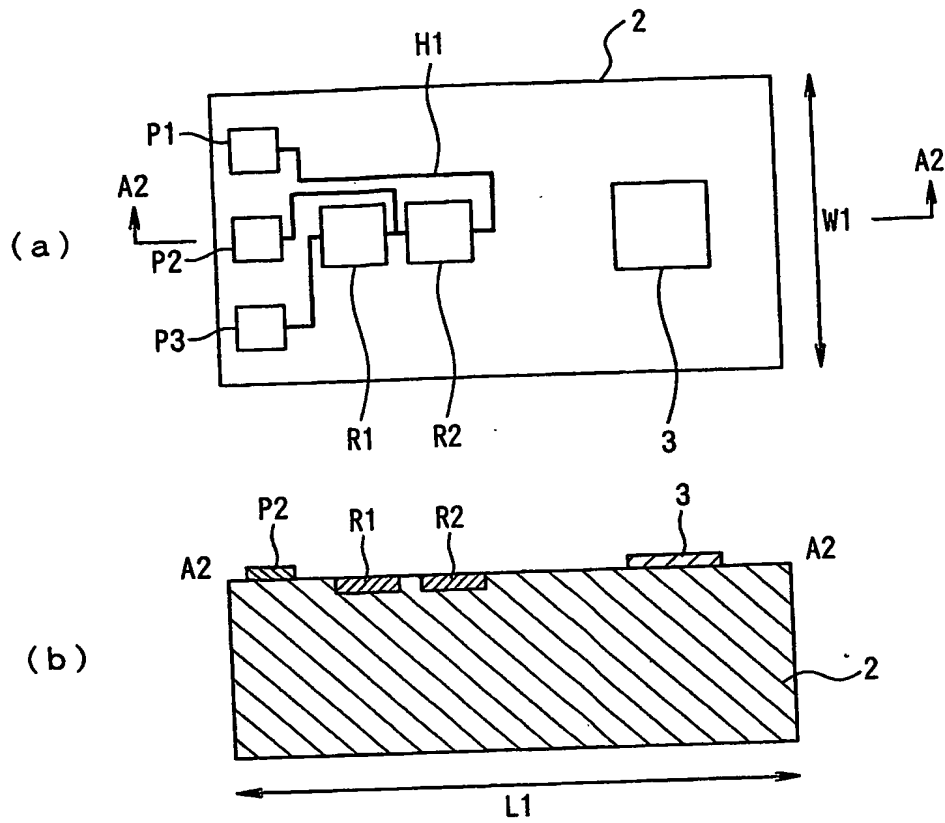
【図 1】



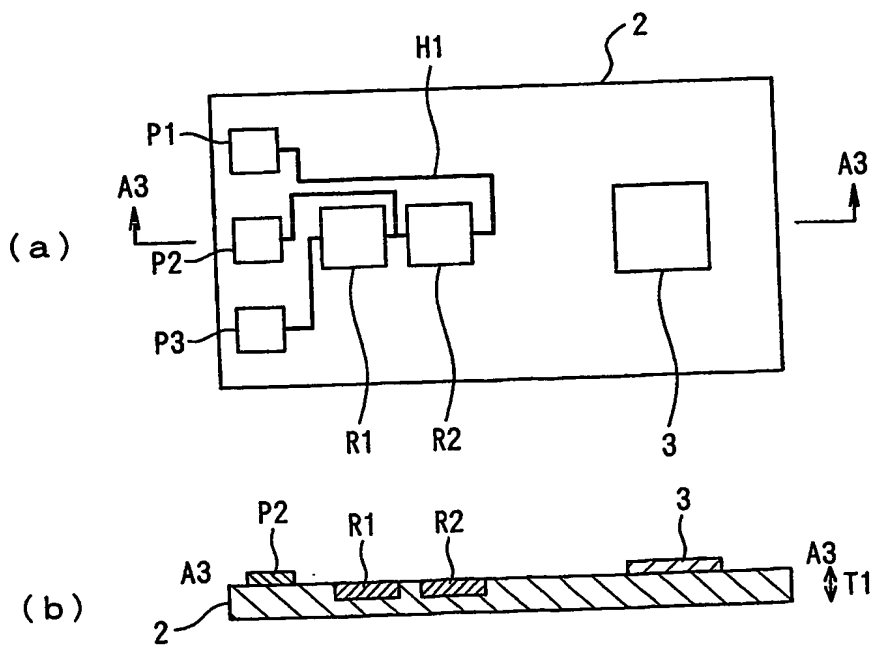
【図2】



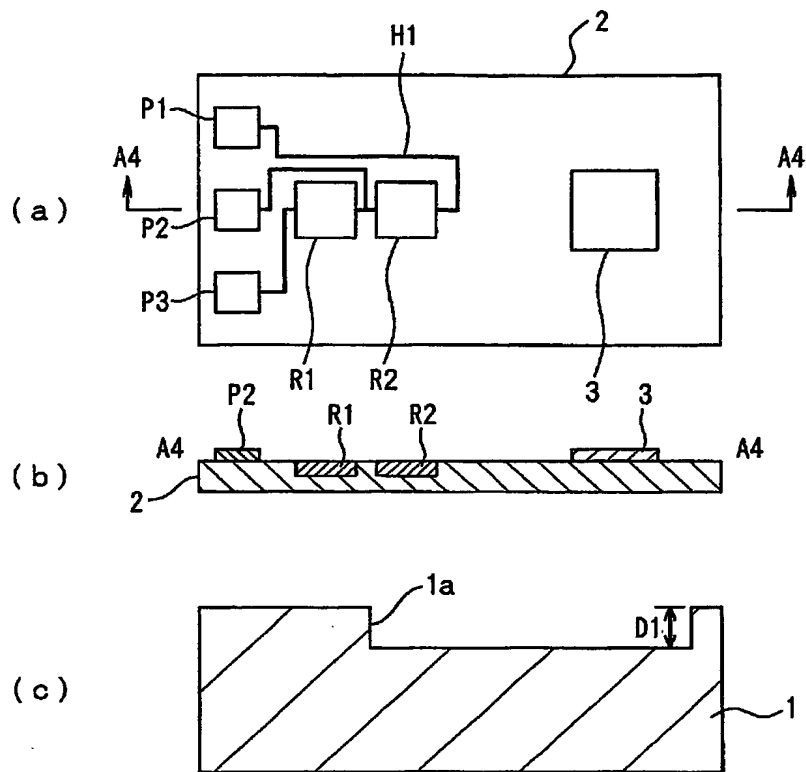
【図 3】



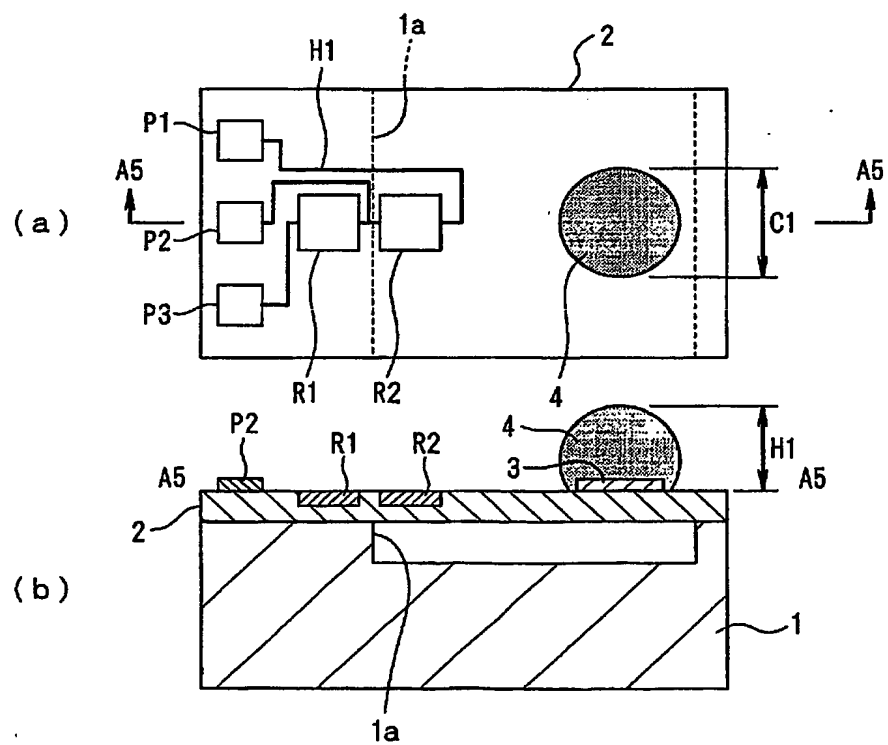
【図 4】



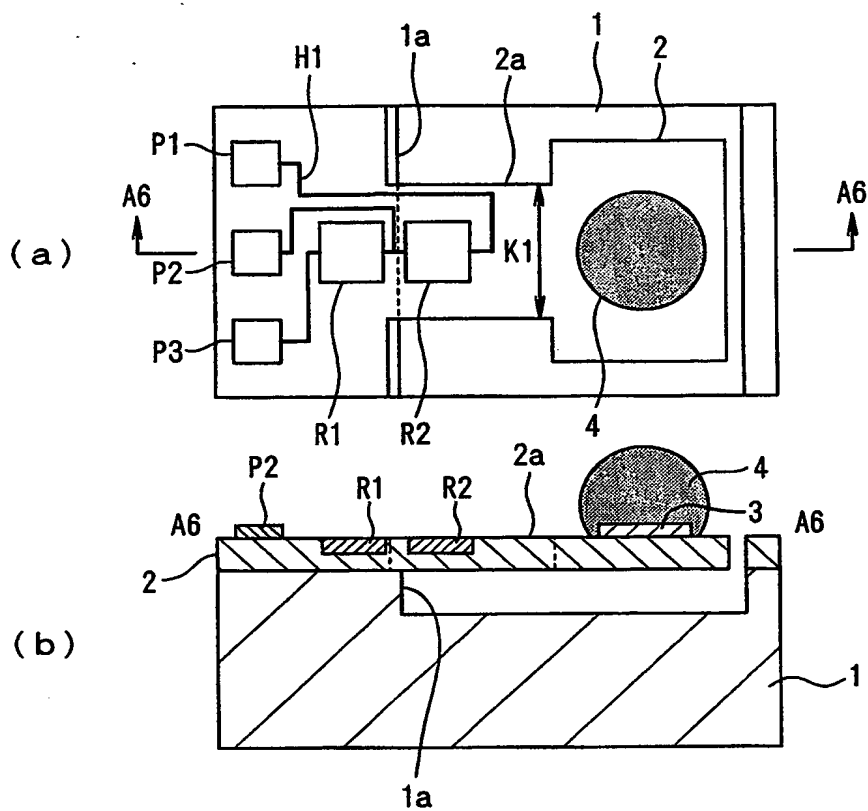
【図 5】



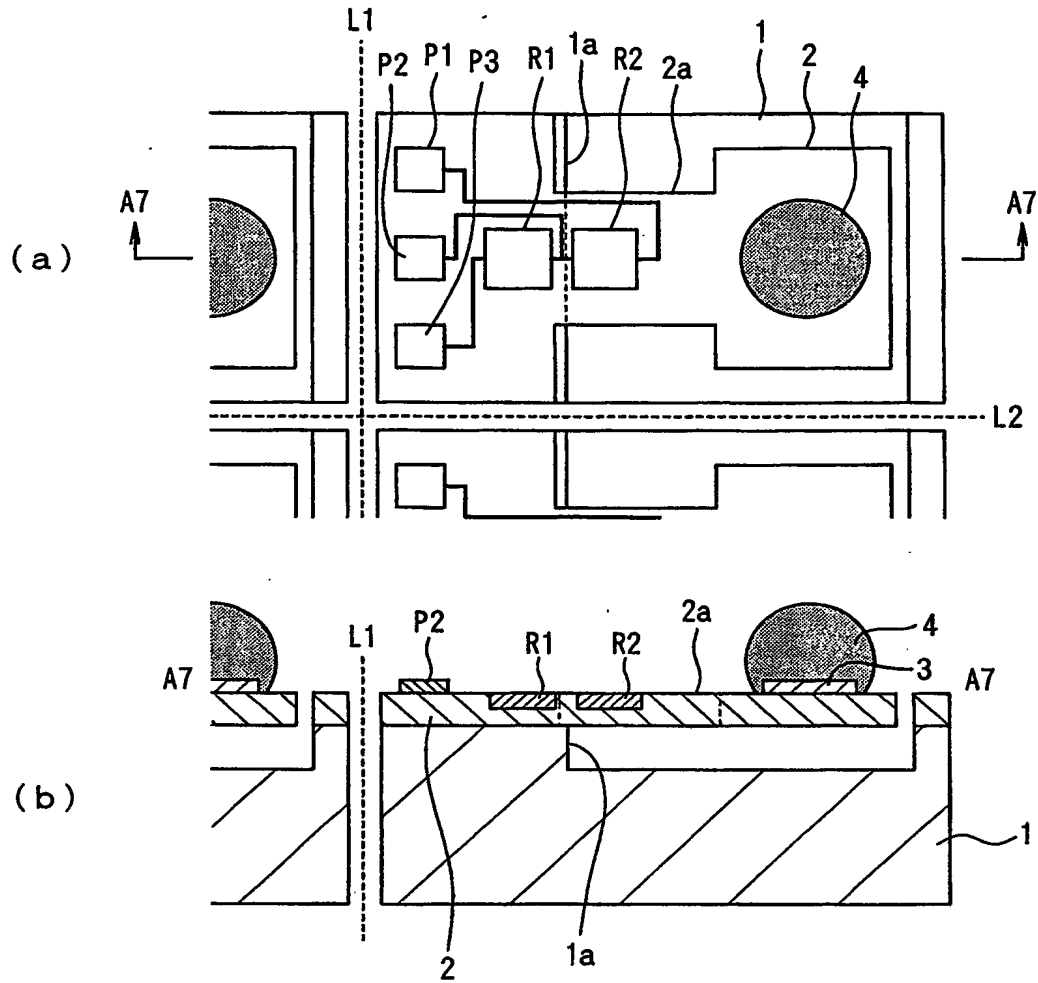
【図 6】



【图7】



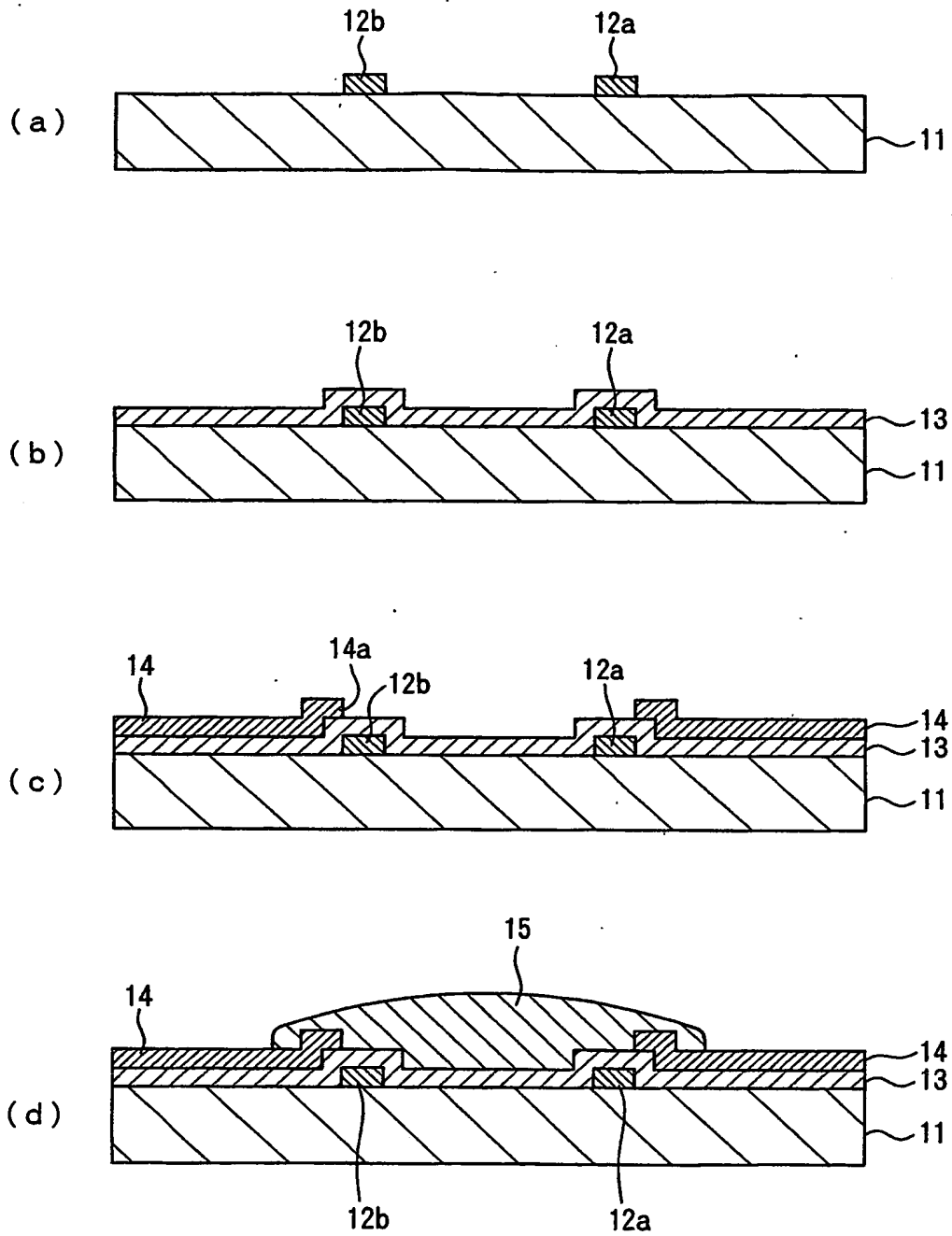
【図 8】



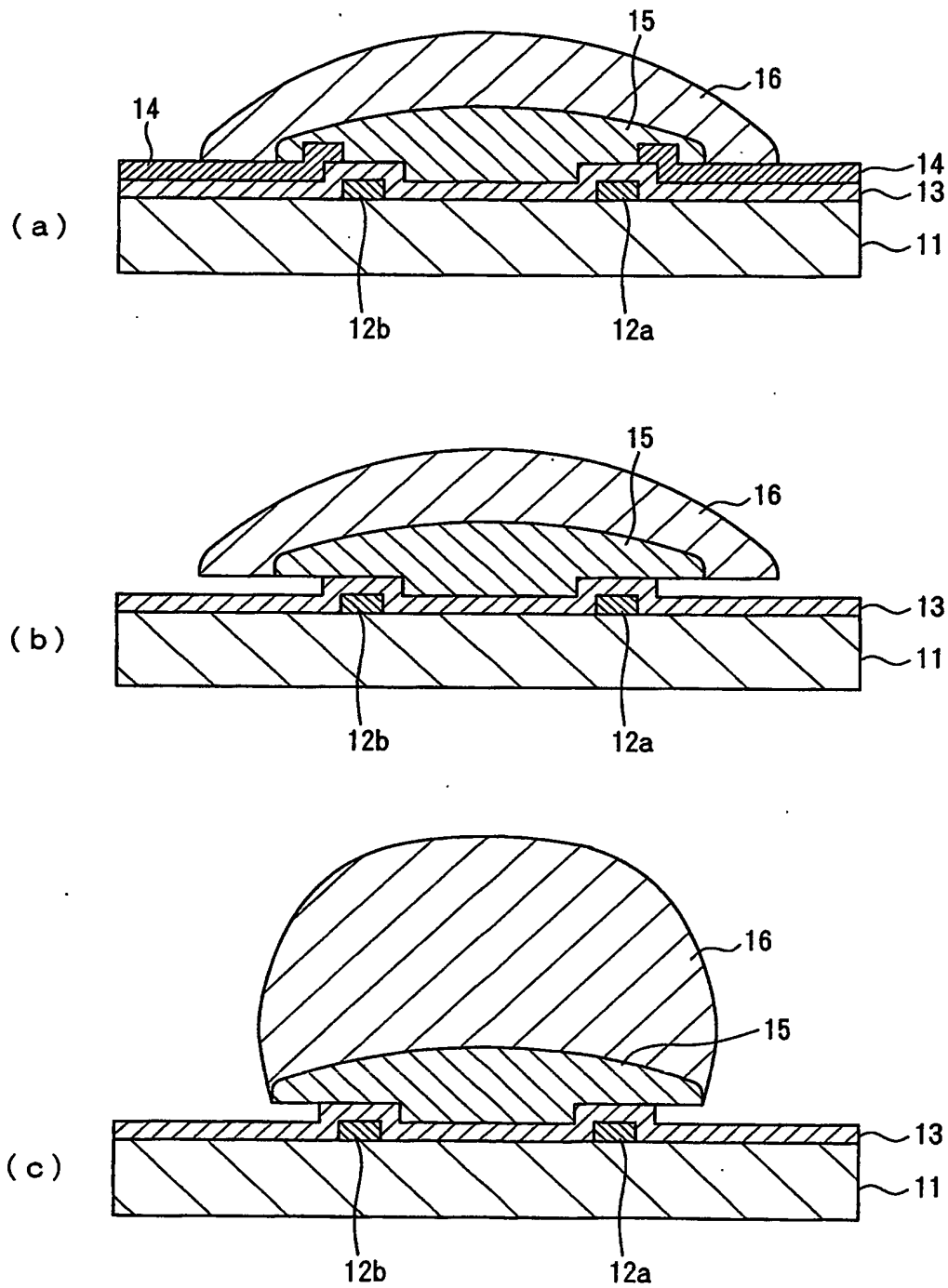




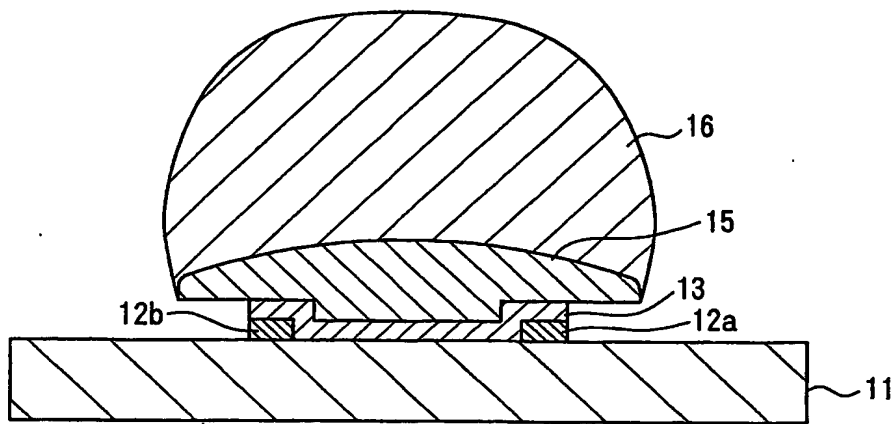
【図 1 1】



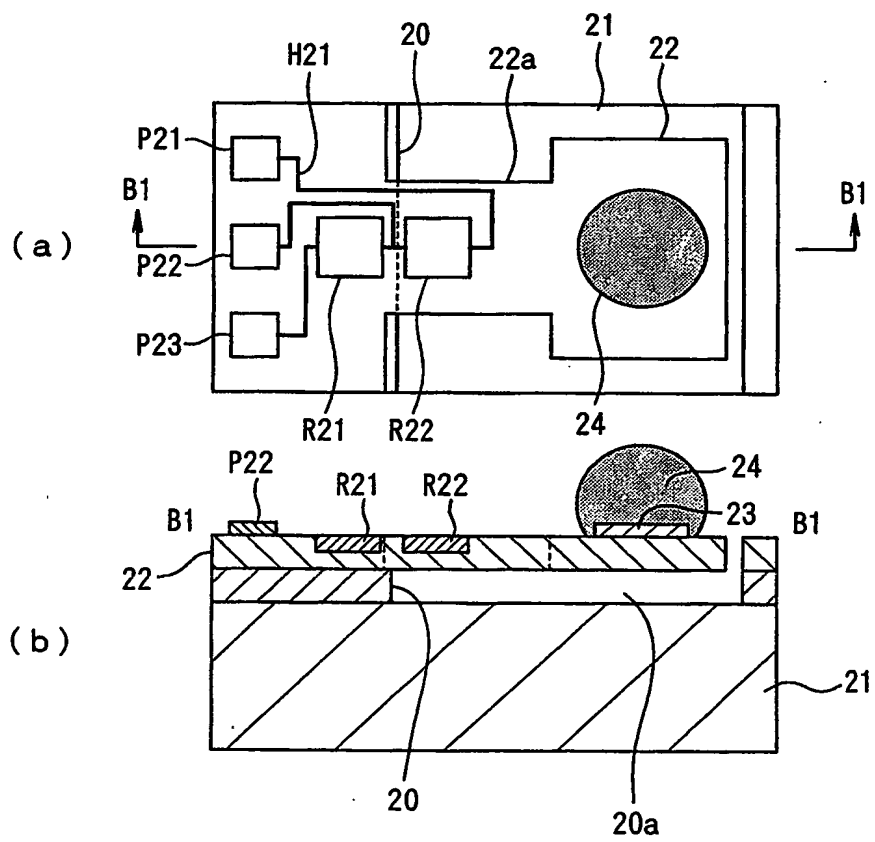
【図 1 2】



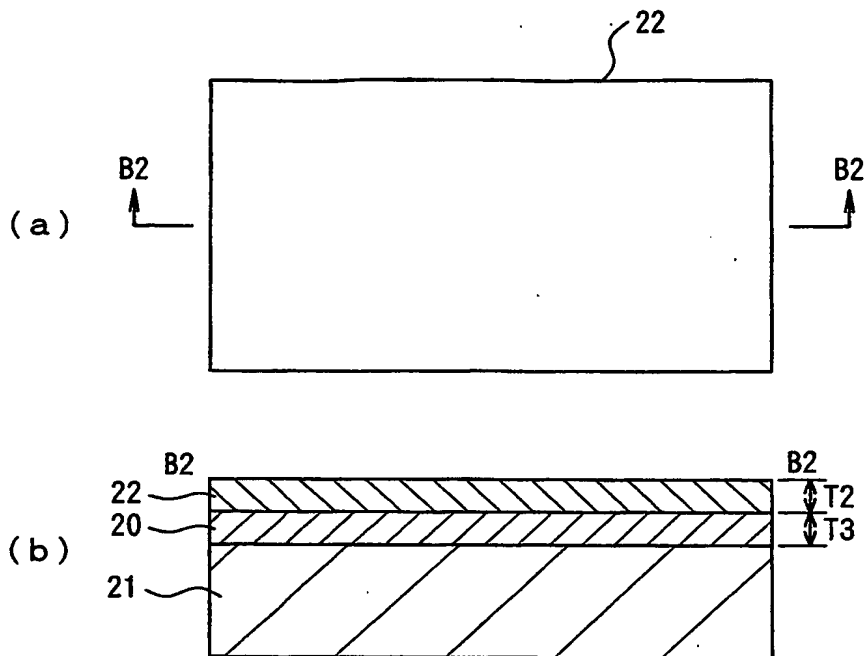
【図13】



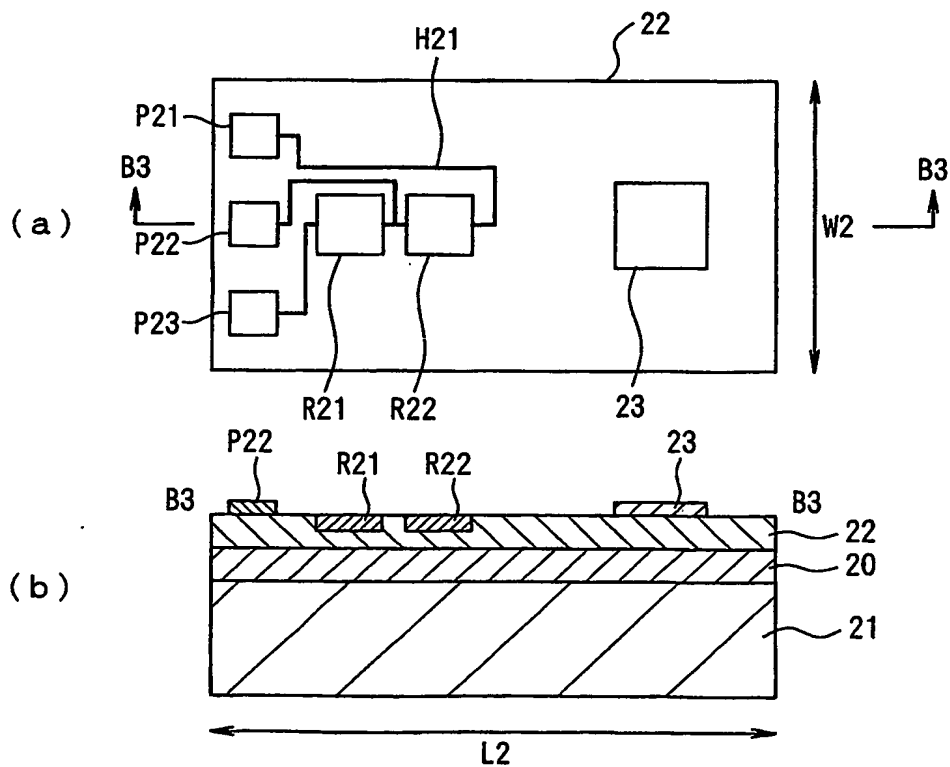
【図14】



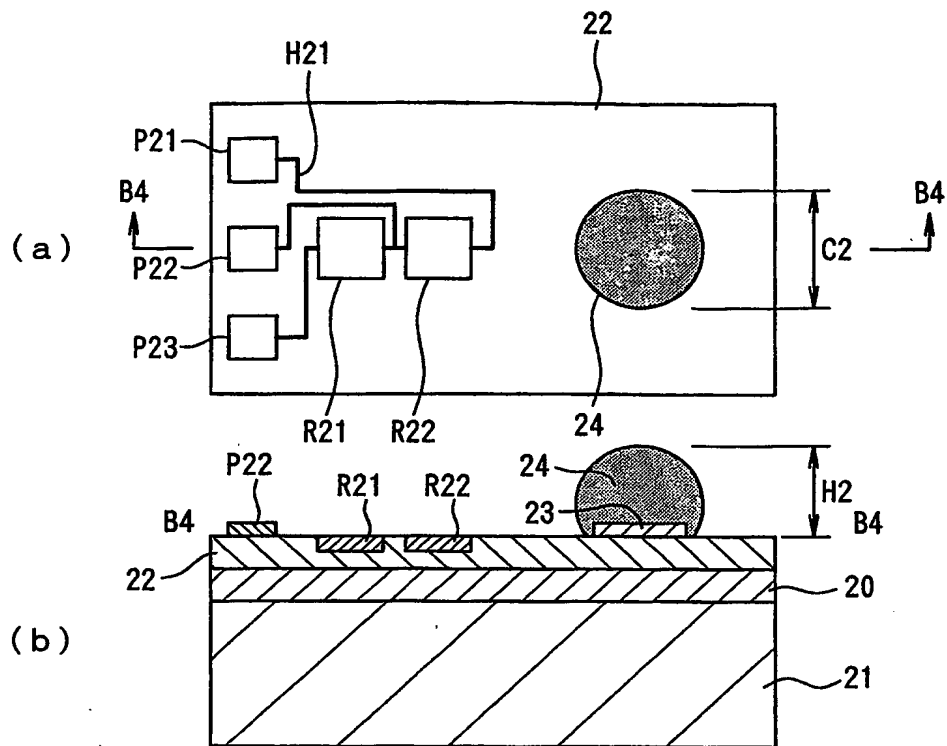
【図 1 5】



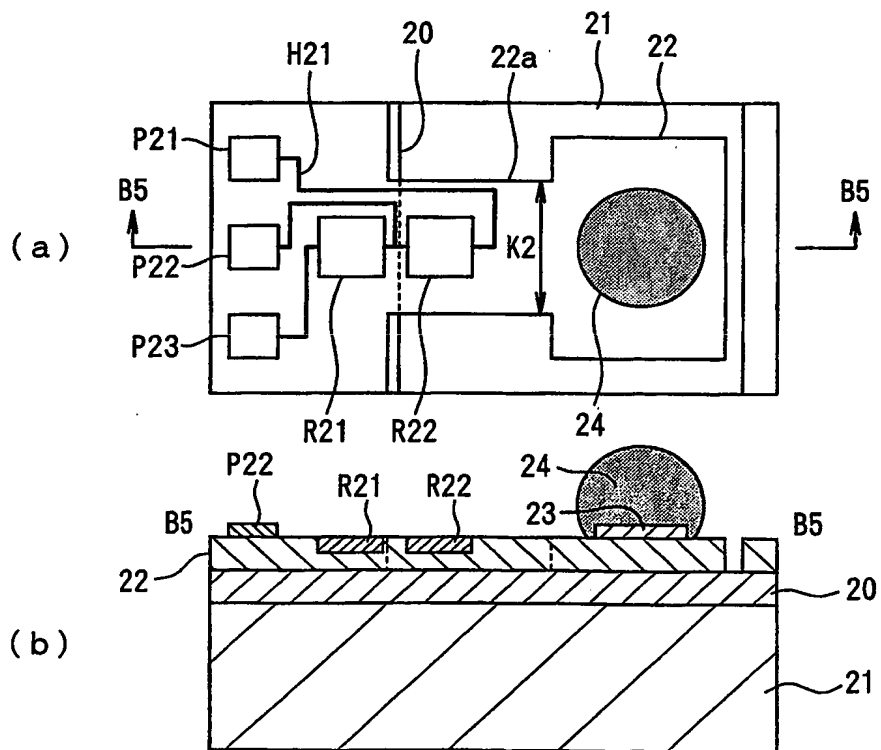
【図 1 6】



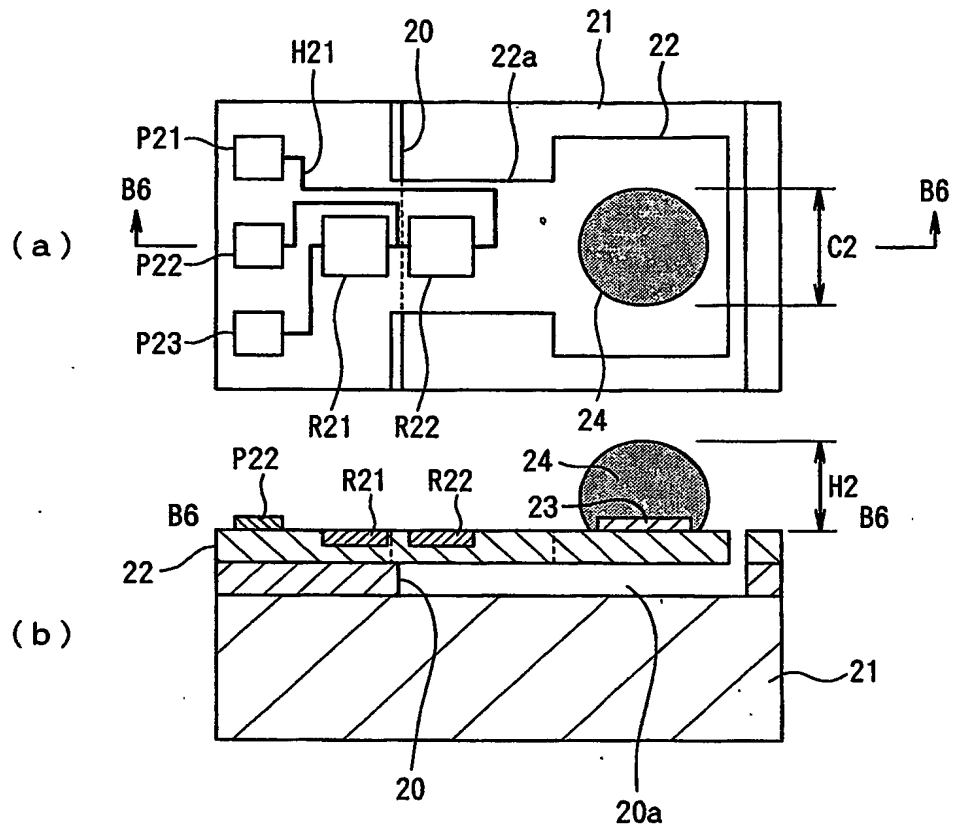
【図 17】



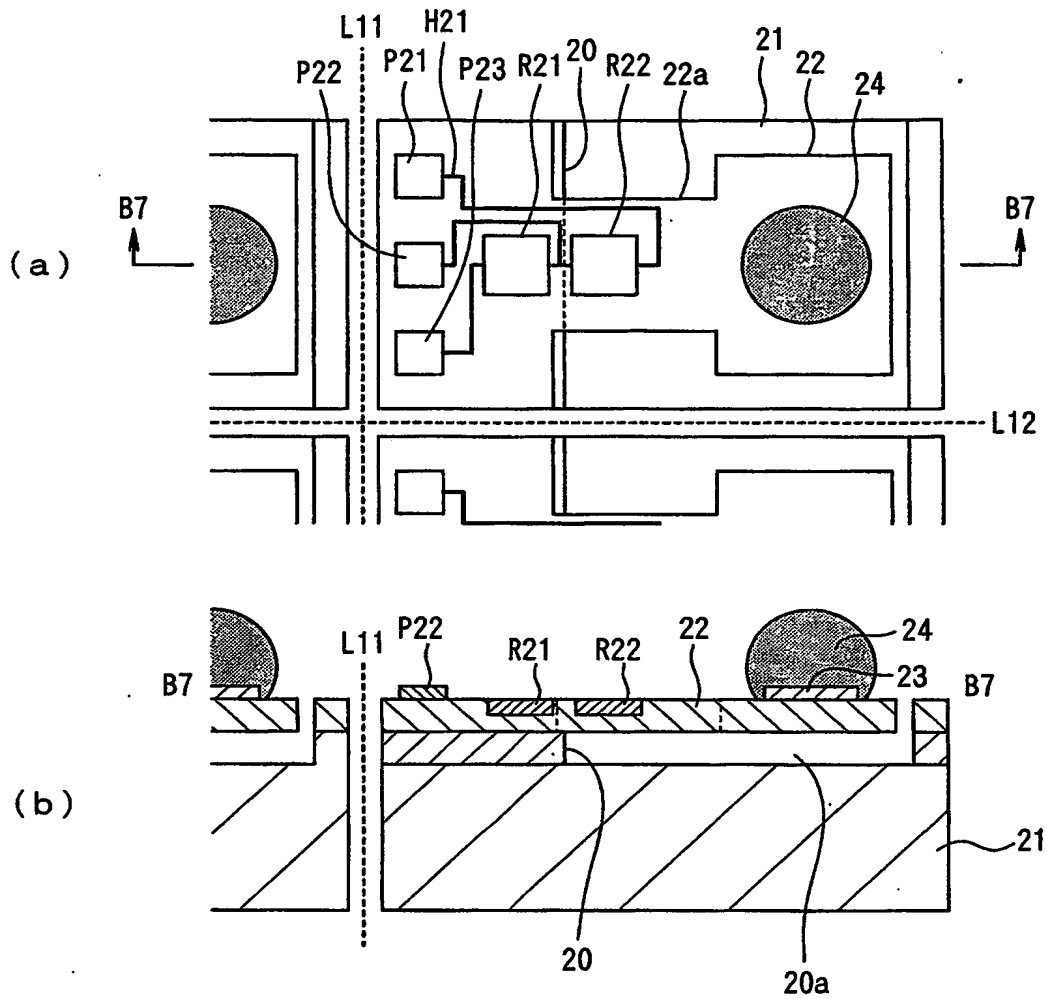
【図 18】



【図 1 9】

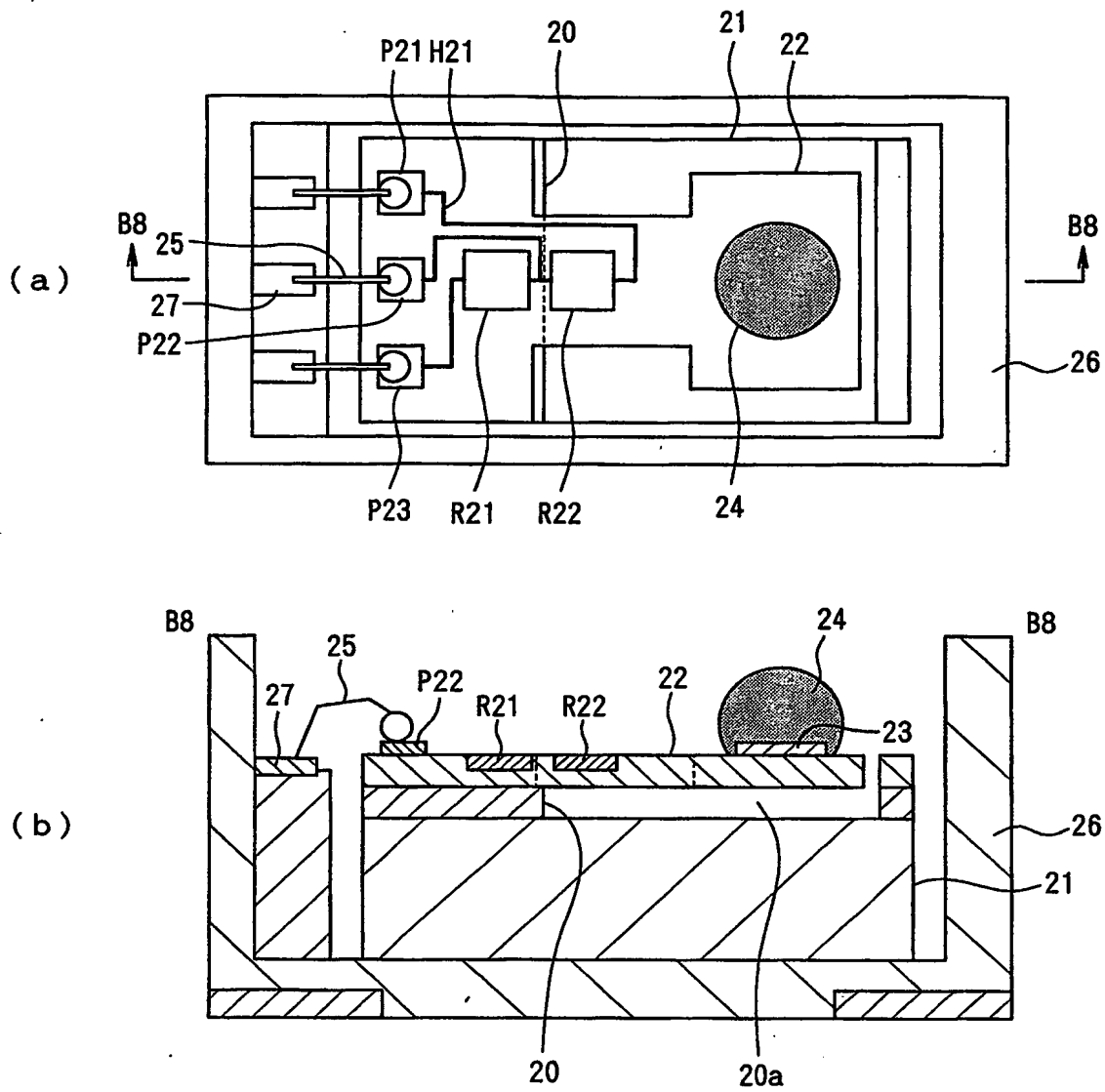


【図 20】

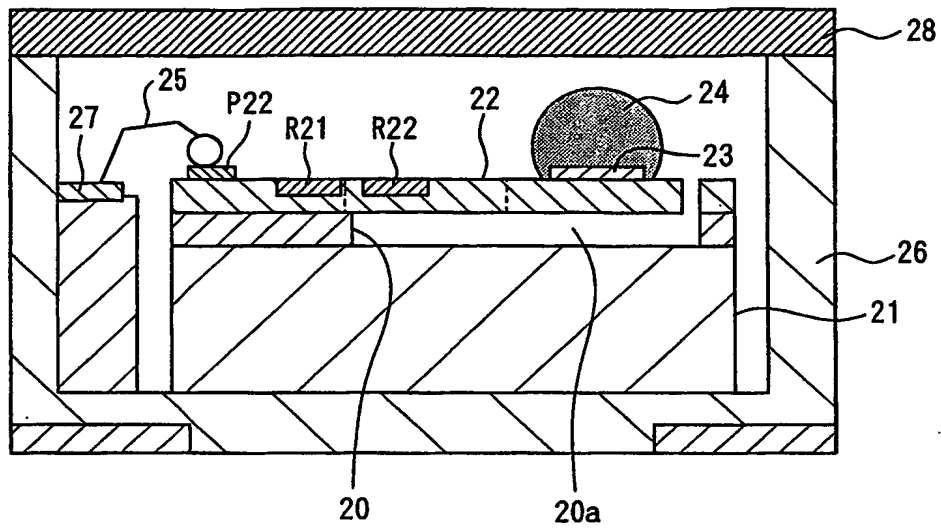




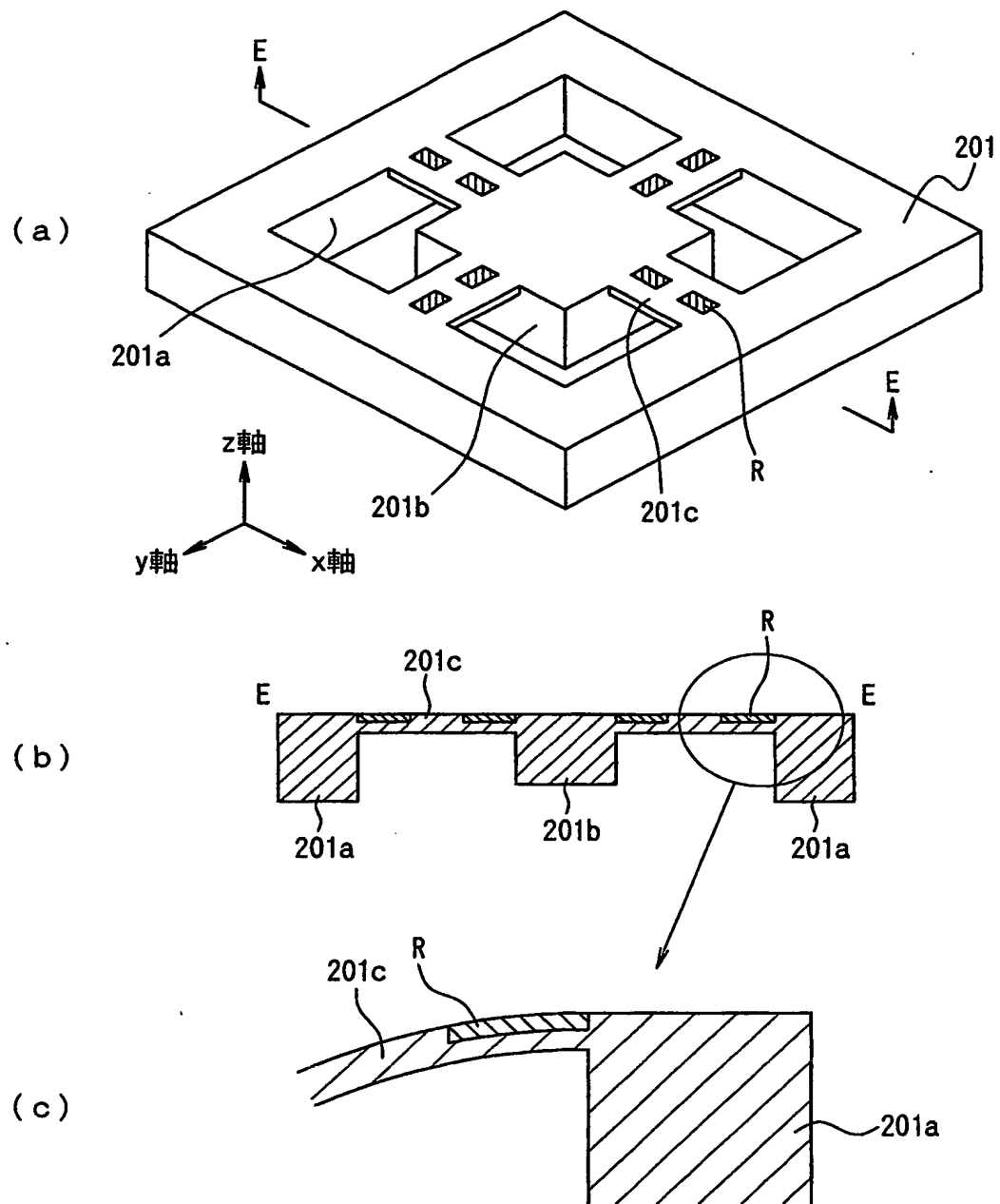
【図 21】



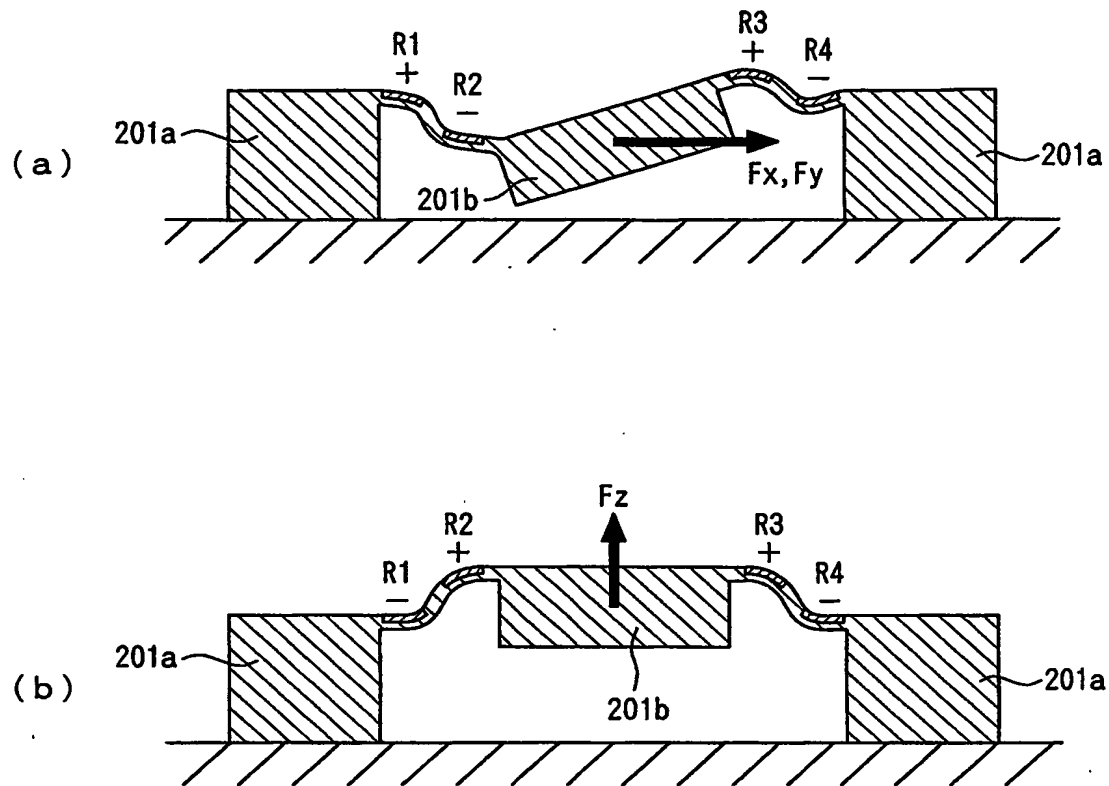
【図 2 2】



【図 23】



【図 24】



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】    ピエゾ抵抗が形成された基板の裏面を選択的にエッチングすることなく、錘部材を形成することが可能な傾斜角センサを提供する。

【解決手段】    ピエゾ抵抗 R 1、R 2 が形成されたシリコン基板 2 の裏面を、撓み可能な厚みまで均一に研削し、支持部材 1 によりシリコン基板 2 の一端を裏面から支持するとともに、シリコン基板 1 の他端に半田バンプ 4 を設ける。

【選択図】              図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000033]

1. 変更年月日	2001年 1月 4日
[変更理由]	名称変更
住 所	大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号
氏 名	旭化成株式会社